



PHILIPS

Electronic components and materials

MAY 27 1981

Laboratory report

Elcoma applications laboratories

18)

For your personal information

number : FCO 8101 date : JANUARY 81

title : LJE 42008-R
3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND
AMPLIFIER
(TELECOMMUNICATION BAND)

author : R. MAUGIS

The contents of this report are not to be reproduced, in whole or in part, nor disclosed to third parties without the written consent of:

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Electronic Components and Materials Division
Eindhoven - The Netherlands



Electronic components and materials

PHILIPS

laboratory report

The contents of this report are not to be reproduced in whole or in part, nor disclosed to third parties without the written consent of Philips' Gooilampenfabrieken - Eindhoven - The Netherlands.

number : FCO 8101 date : JANUARY 81

date : JANUARY 81

**title : LJE 4200B R
3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND
AMPLIFIER
(TELECOMMUNICATION BAND)**

author : R. MAUGIS

Information presented in this report is based on pilot studies in our laboratories. It is presented in good faith but N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken assumes no liability for any consequences of its use. Its presentation does not imply a licence under any patent, trademark, or copyright.



LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75640 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

23 FEB. 1981

UNITE : RADIOTRONICHEURS
 SECTION : MICROWAVE DEVICES
 DIFFUSION : G + CO

N° 34 514
 ETUDE PAR : R. MAUGIS
 DATE : JANUARY 81
 PAGES : 1 S + 18 R
 REF. : COF 8101

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotéchnique "Compelec" ne peut assumer aucune responsabilité concernant la conception et aucun droit de propriété intellectuelle domine dans lequel en outre aucune garantie n'a pu être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

LJE 42008 R

3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND

AMPLIFIER

(TELECOMMUNICATION BAND)

SUMMARY

This report describes the design of 3.7 to 4.2 GHz wide band amplifier, the optimum impedances Z_E and Z_C were obtained experimentally by the method described in the French note COF 80 112.

The matching circuits have been computed by the computation program "LINE".

The transistor is operated in class A : $V_{CE} = 16$ v and $I_C = 250$ mA (regulated).

The power gain in the band varies from 4.8 up to 5.3 dB, with a corresponding output power variation included between 430 and 480 mW.

TITRE : LJE 42008BR - AMPLIFICATEUR LARGE BANDE 3.7 - 4.2 GHz
 (BANDE TELECOMMUNICATION)

SOMMAIRE : Ce rapport décrit la réalisation d'un amplificateur large bande de 3.7 à 4.2 GHz, à partir des impédances optimales obtenues expérimentalement par la méthode décrite dans la note COF 80 112.

Les circuits d'adaptation ont été déterminés à l'aide du programme de calcul "LINE".

Le transistor fonctionne en classe A : $V_{CE} = 16$ v et $I_C = 250$ mA (réglé). Le gain en puissance dans la bande varie de 5.3 à 4.8 dB, pour une puissance de sortie comprise entre 480 et 430 mW.

ADVIES OCTROOI d.d.	19-03-'81	AV	GV	B	BL
OPGAVE MAMO d.d.	04-03-'81	X	GV	X	B



LABORATOIRES D'APPLICATIONS
130, avenue Ledru-Rollin - 75640 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

UNITE : RADIOPHYSIQUE
SECTION : MICROWAVE DEVICES
DIFFUSION : CO

N° 34 514
ETUDE
PAR : R. MAUGIS
DATE : JANUARY 81
PAGES : 18
REF. : FCO 8101

Les informations et schémas contenues dans ce document sont sous la responsabilité des auteurs et peuvent être utilisées pour la réalisation de travaux d'études réalisés par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS dans l'intérêt des résultats satisfaisants que l'on obtient.
Ces informations sont susceptibles d'une grande variété d'applications. RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles
qui pourraient résulter de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'autorisation de propriété industrielle donnant dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

LJE 42008 R

3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND

AMPLIFIER

(TELECOMMUNICATION BAND)

- I - DESCRIPTION
- II - MICROSTRIP CIRCUITS
- III - PRACTICAL REALIZATION
- IV - MEASUREMENT

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

FCO 8101

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.98

I - DESCRIPTION

The active device used is the 4.2 GHz preadapted LJE 42008 R, a NPN silicon linear transistor of the 4 GHz family.

The semi conductor is mounted in case FO 41A, with emitter resistors diffused in the silicon substrat and metallized gold.

The mechanical data are given in Figure 1.

This transistor has been characterized in common emitter, and specified in class A.

At the frequency of 4.2 GHz, the typical specifications are :

- Power output P_{L1} : 940 mW
(at 1 dB of gain compression)
- Power gain G_{PO} : 7.5 dB
(at low signal)
- Power supply (regulated) V_{CE} : 16 v
 I_C : 0,250 mA

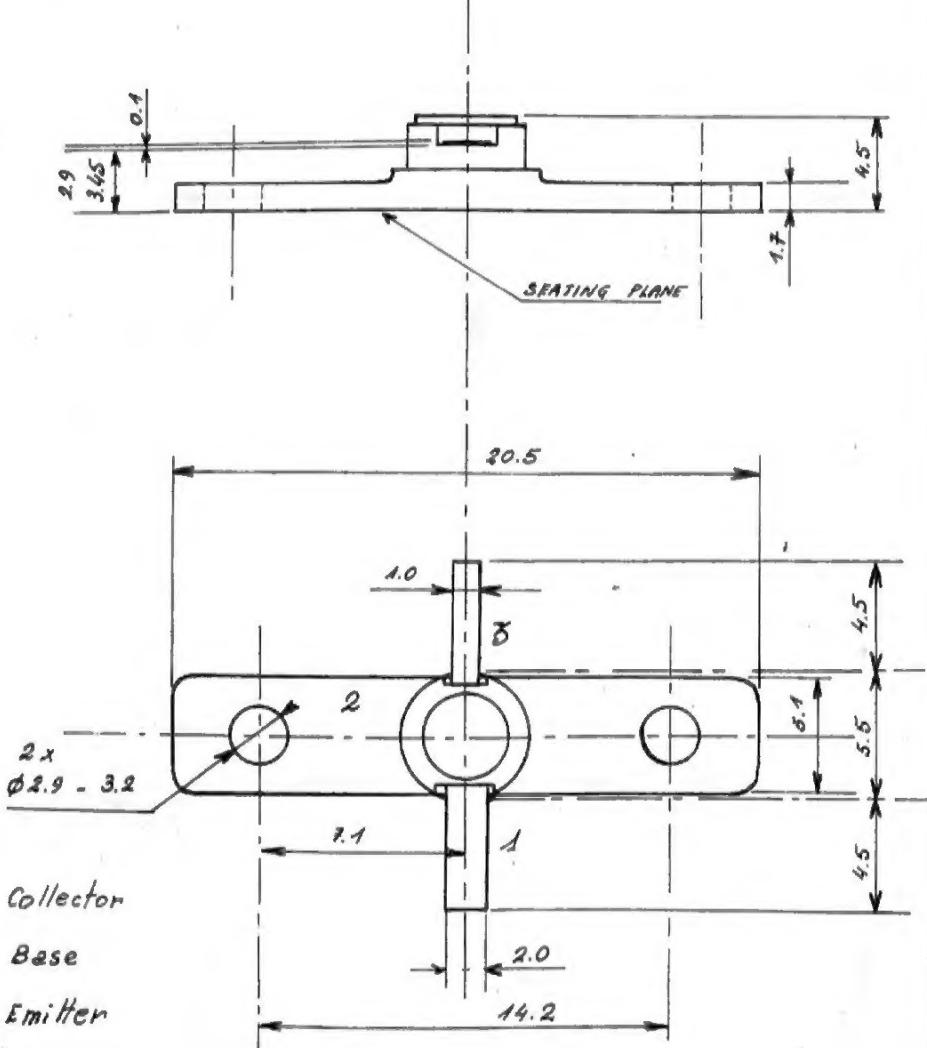
In the band of interest, the optimum impedances obtained experimentally (see note COF 80 112) with narrow band circuits, are given in Figure 2.

The normalized values of input and load impedances ξ_E and ξ_L , are given by the SMITH chart Figure 3.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus de études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans le cadre d'une grande variété d'applications. RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans l'intérêt des résultats obtenus. Seul l'auteur, ou l'un de ses clients, peut assumer toute responsabilité quant aux conséquences éventuelles dues à l'utilisation de ces informations. RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles dues à l'utilisation de ces informations. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.



- MECHANICAL DATA -

FO 41 A

FIG: 1

RTC

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

FCO 8101

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats suffisamment sûrs ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC LA Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dérivées de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'un droit de propriété industrielle, dominiale ou autre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

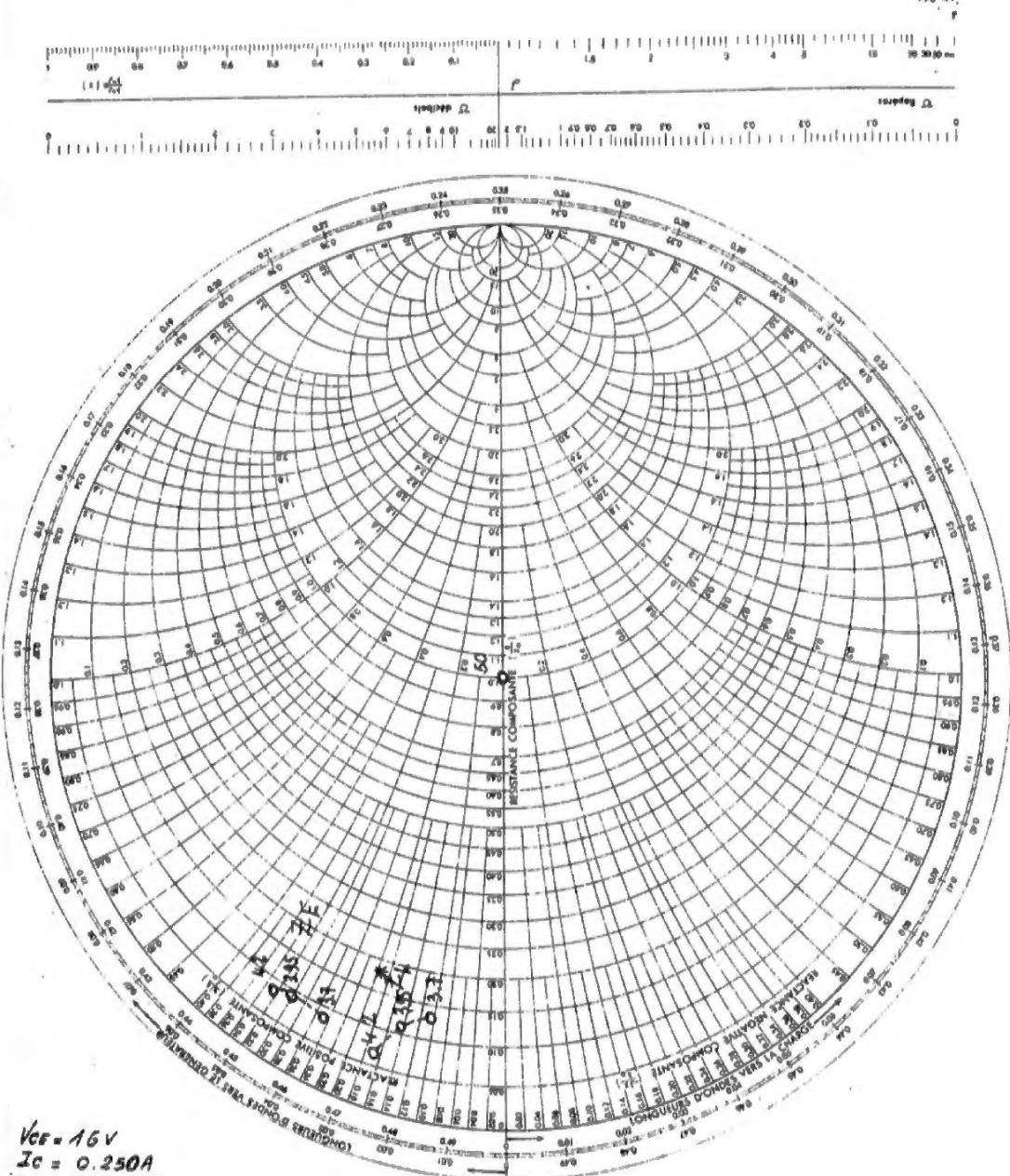
F_{GHz}	Z_E	Z_L
3.7	$3.97 + j 12.59$	$6.66 - j 5.35$
3.95	$4.07 + j 15.00$	$5.30 - j 8.24$
4.2	$3.82 + j 16.3$	$2.96 - j 8.41$

Optimum impedances

FIG: 2

FCO 8101

6



$$V_{CE} = 16\text{ V}$$

INPUT AND LOAD OPTIMUM IMPEDANCES

LJE 42008R

FIG: 3

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

FCO 8101

130, avenue Ledru-Rollin - 75640 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

II - MICROSTRIP CIRCUITSII.1 Circuit computation :

To compute the microstrip circuits, we used the computation program : "LINE". The results are shown in Figure 4.

Z_C : Characteristic impedance of the line.

NBO : Wave number ($1/\lambda_0$).

SM : VSWR Maximum.

(The VSWR in over-all band is less than or equal to SM).

F₀ : Reference frequency 3.95 GHz

(That is to say $F_0 = \frac{F_H + F_L}{2}$).

II.2 Topology :

The "line-stub" topology is shown in Figure 5.

The dimentional ratio of microstrip lines are given by the relationship shown in Figure 6.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lequel des équipes scientifiques ont été créées. Ces informations éventuellement susceptibles d'une grande variété, ne peuvent assurer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles. R.T.C. LA RADIOTÉCHNIQUE-COMPELEC est une entreprise à responsabilité limitée et n'implique la concordance à aucun titre de brevets déposés ou brevets déposés et non publiés. Ce DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTÉCHNIQUE-COMPELEC

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

FCO 8101

$$F_0 = 3.95 \text{ GHz}$$

INPUT MICROSTRIP CIRCUIT

DESIGNATION	Z_c	NBO	SM
1 Distributed open stub	30 s ₂	0.119	
2 Main line	45.07 s ₂	0.250	
3 Tuned open stub	30.42 s ₂	0.499	1.58

$$F_0 = 3.95 \text{ GHz}$$

OUTPUT MICROSTRIP CIRCUIT

DESIGNATION	Z_c	NBO	SM
1 Distributed open stub	30 s ₂	0.151	
2 Main line	30 s ₂	0.260	1.69
3 Main Line	40.86 s ₂	0.24	
4 Tuned open stub	42.21 s ₂	0.474	2.11

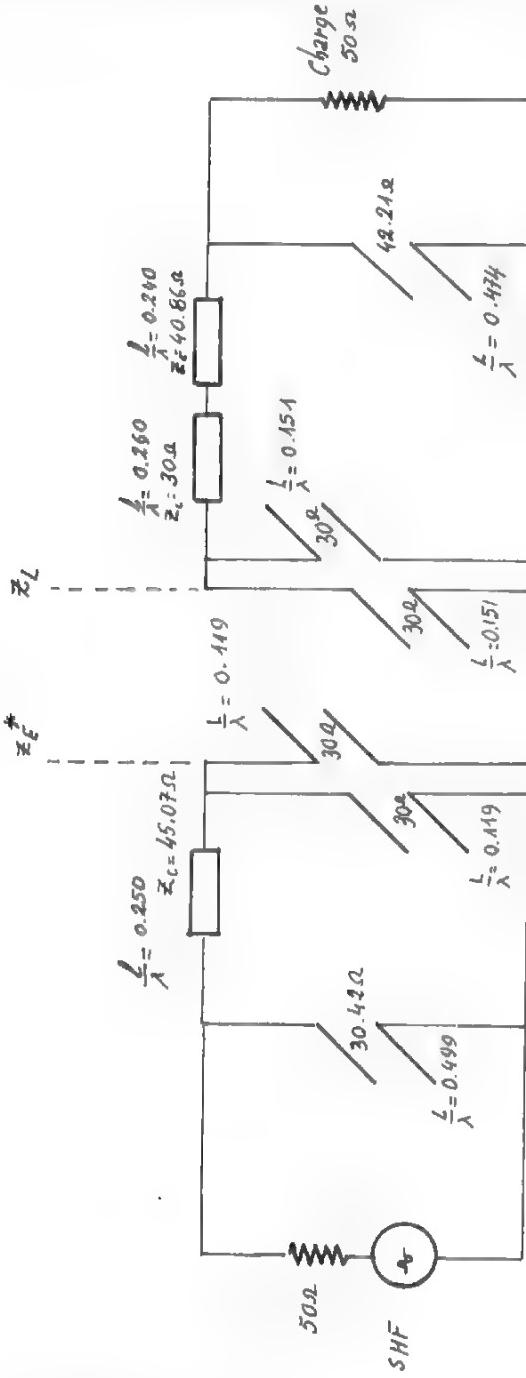
Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus de études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS dans le cadre des résultats scientifiques qui ont été obtenus. Ces informations étant à une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conclusions des éventuels lecteurs dommages de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle dommage dans lequel en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

FIG: 4

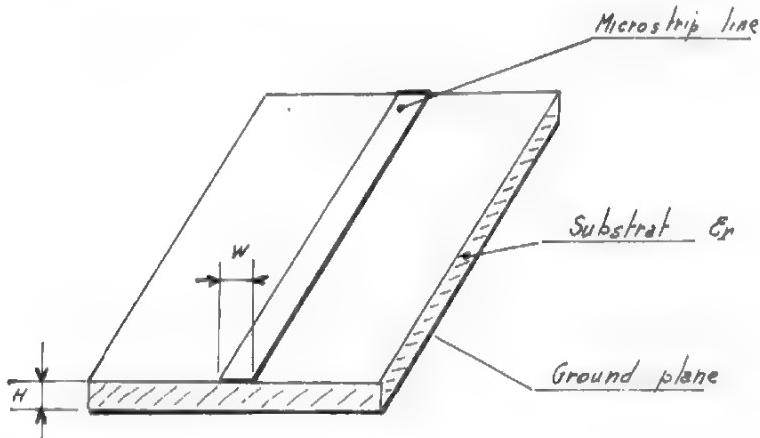
Les informations et schémas contenus dans ce document sont réservés aux utilisateurs de l'industrie par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS dans lesquels des résultats scientifiques ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'interprétation, RTC, La Radiotéchnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conclusions éventuellement déduites de leur mise en œuvre. Elle n'indique la conception d'autrui, de propriété industrielle, dont elle a reçu une licence, que pour servir à des fins d'étude.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC



TOPOLOGY 3.7 - 4.2 GHz

FIG : 5

MICROSTRIP

1) For : $0.05 \leq \frac{W}{H} \leq 2$ and $\epsilon_r \leq 16$

$$\frac{W}{H} = \frac{B \cdot e^A}{e^{2A} - 2}$$

$$\text{with } A = \frac{\pi c}{60} \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{1/2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left(0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right)$$

2) For : $2 \leq \frac{W}{H} \leq 20$ and $\epsilon_r \leq 16$

$$\frac{W}{H} = \frac{2}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \right]$$

$$\text{with } B = \frac{377 \pi}{2 \pi c \sqrt{\epsilon_r}}$$

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75640 PARIS CEDEX 11 - Tél. 365.44.98

FCO 8101

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans l'espoir que les résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations sont susceptibles d'une grande variété d'applications. RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles liées à l'utilisation de ces informations. Il appartient à l'utilisateur de prévoir toutes les précautions nécessaires pour assurer la sécurité industrielle. Toute utilisation sans l'accord écrit de RTC LA RADIOTECHNIQUE COMPELEC sera considérée comme une violation des droits d'auteur.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SAUF AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE COMPELEC

III - PRACTICAL REALIZATION

The circuits have been designed in microstrip technology, on a double-clad printed circuit board. The dielectric substrat is PTFE glass fiber with a "relative permittivity" $\epsilon_r = 2.5$ having a thickness $H = 0.125"$ ($1/32$ inch).

III.1 Biasing circuit

The transistor is supplied through a biasing circuit, shown in Figure 7.

This circuit supplies a collector regulated current $I_C = 250$ mA, with a collector voltage $V_{CE} = 16$ v.

To avoid interaction between transmission lines and biasing circuit, microwave filters in $\lambda/4$ configuration, have been added on the lay-out.

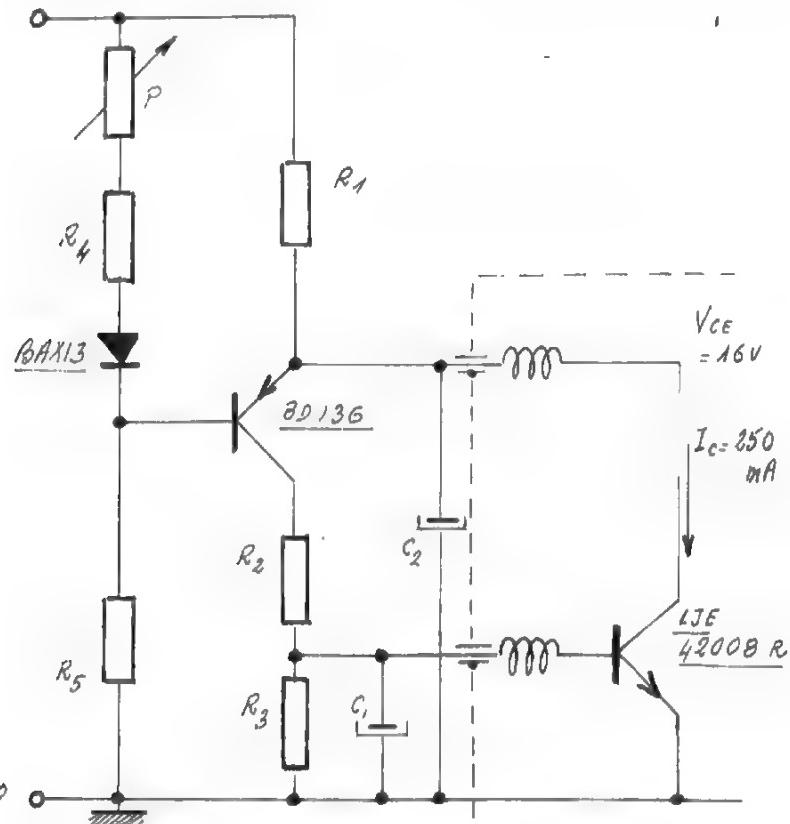
III.2 Microstrip circuit optimization

An optimization of typical microstrip circuits is necessary to obtain simultaneously :

- a better input adaptation (minimum reverse power P_r).
- a maximum output power P_L .

The practical microstrip circuits configuration obtained after optimization, is given by the Figure 8.

Optimization is indicated by the hatched parts.

$E = 18V$ 

R_1 Resistor 1W 7.8Ω $(2 \times 3.9 \parallel)$

R_2 Resistor 0.5W 1kΩ

R_3 Resistor 0.5W 390Ω

R_4 Resistor 0.5W 1k

R_5 Resistor 0.5W 33k

$C_1 - C_2$ Electrolytic capacitor 33μF 40V

P Linear potentiometer 4kΩ

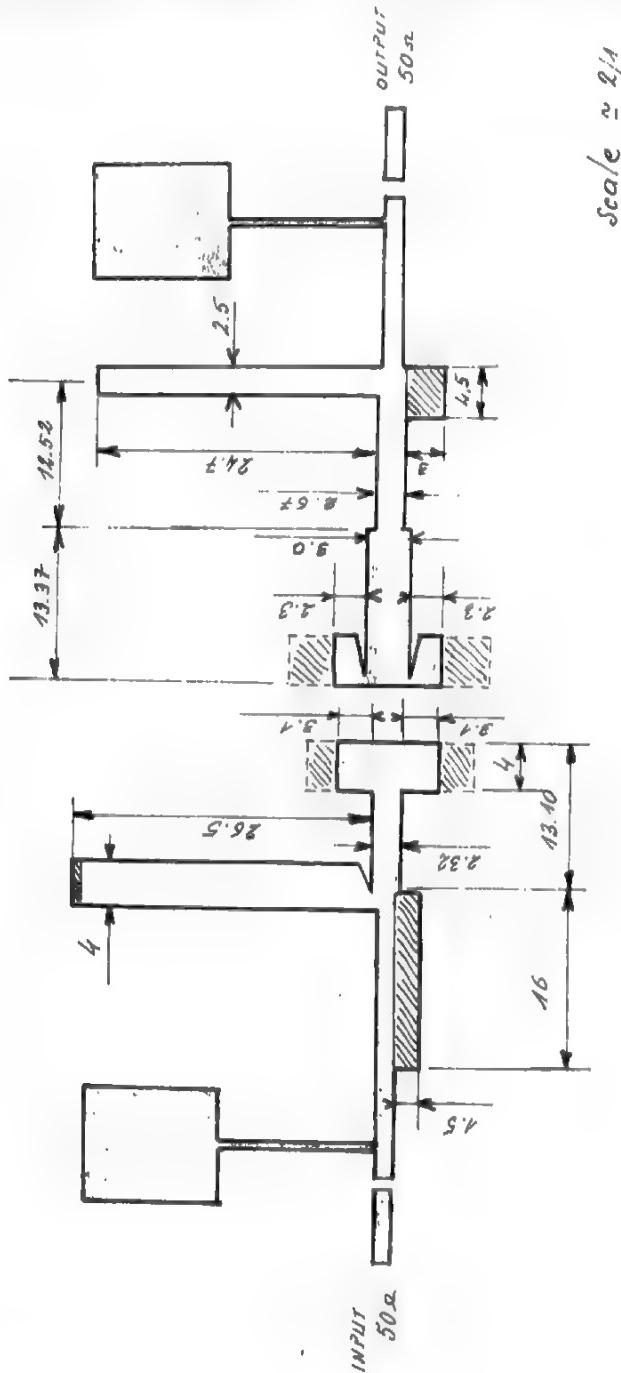
FIG: 7

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tel. 365.44.99

ECO 8101

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUEE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRTE DE R.T.C. LA RADITECHNIQUE-COMPAGIE.



PRACTICAL MICROSTRIP CONFIGURATION

Added

Removed

FIG: 8



LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75640 PARIS CEDEX 11 - Tel. 355.44.98

FCO 8101

IV - MEASUREMENT

The set up is given by Figure 9.

The results obtained at the reference frequency of 3.95 GHz are :

$$G_{PO} = 6.35 \text{ dB}$$

$$P_{L1} = 480 \text{ mW} \quad (26.81 \text{ dBm})$$

$$\text{input VSWR} = 2.07$$

The different results obtained, in the working band, are given by the following curves shown in :

$$\text{Figure 10} : P_{L1} = f(F)$$

$$G_{PO} = f(F)$$

$$\text{Figure 11} : P_L = f(F)^*$$

$$G_T = f(F)^*$$

$$\text{VSWR} = f(F)^*$$

$$\text{Figure 12} : P_L = f(P_{in})$$

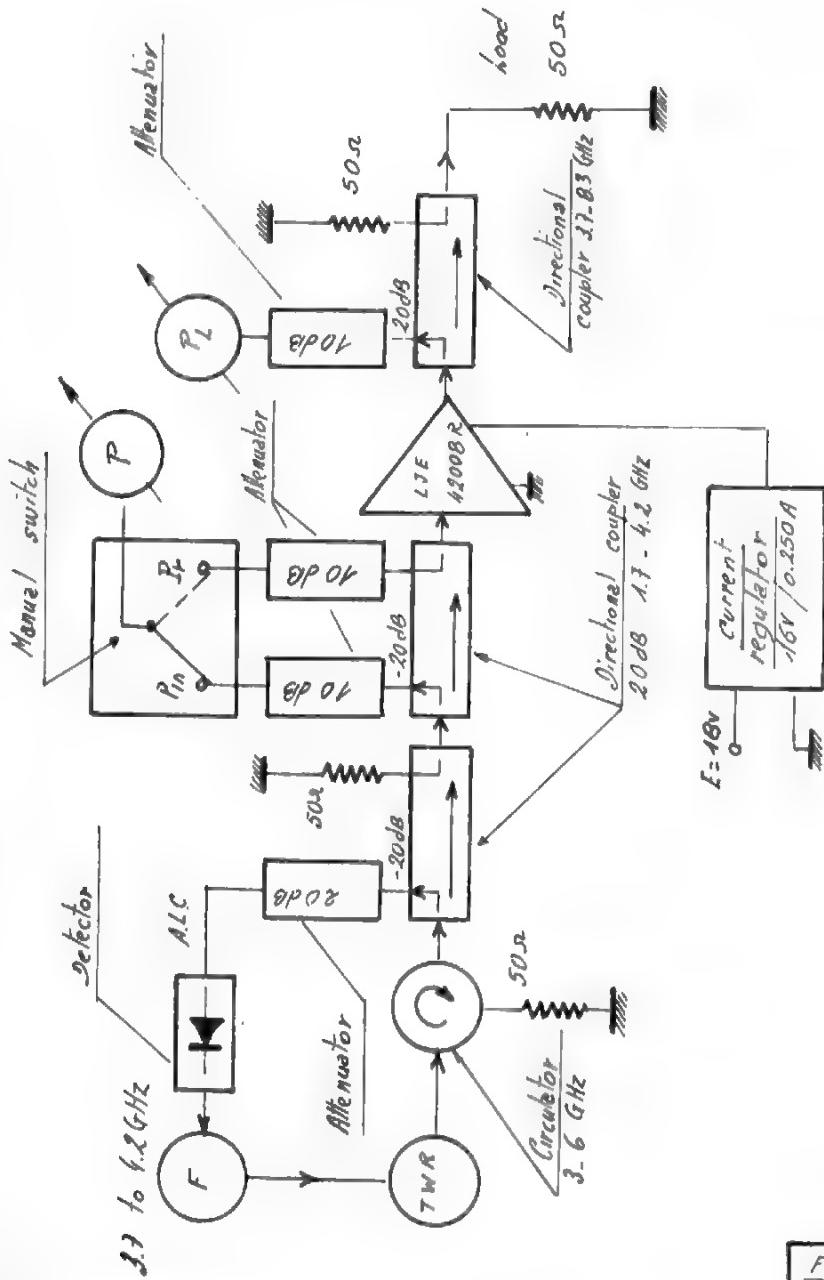
* With $P_{in} = 140 \text{ mW}$.

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

FCO 8101

Les informations et schémas contenues dans ce document sont établis d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS. RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles de l'utilisation et/ou application de ces informations et schémas. Ce DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC.



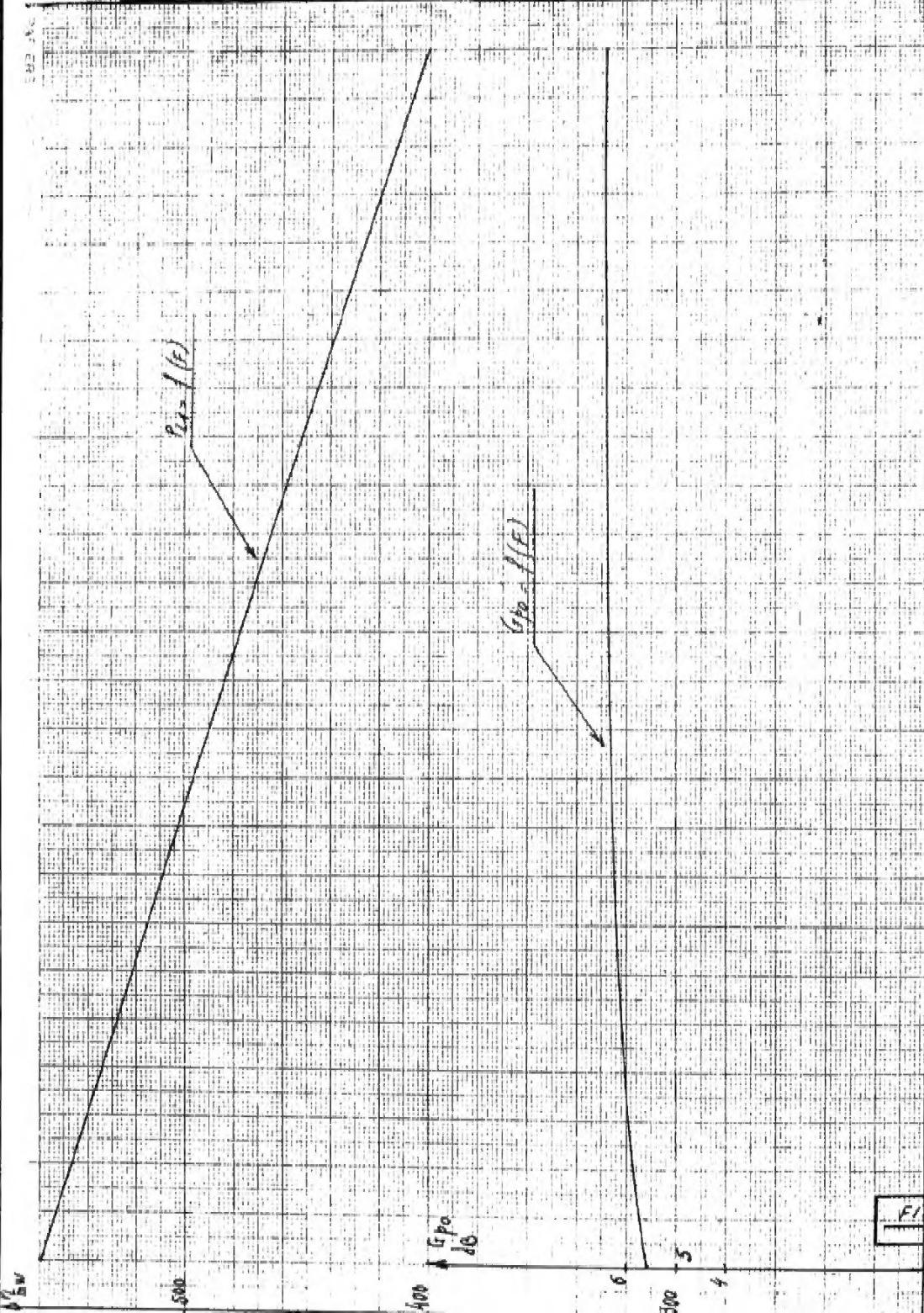
- MEASUREMENT SET UP -

FIG : 9

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

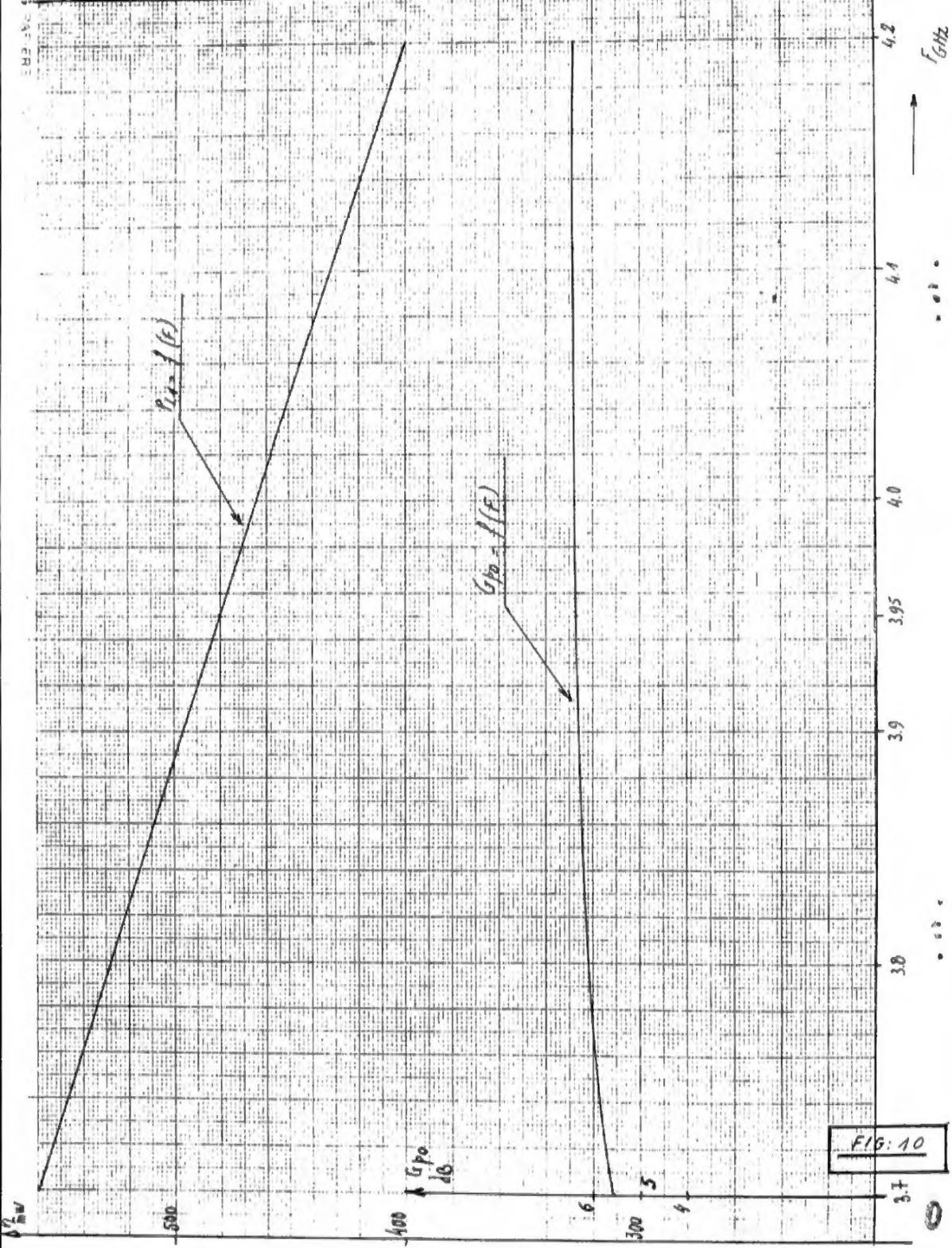
FCO 8101

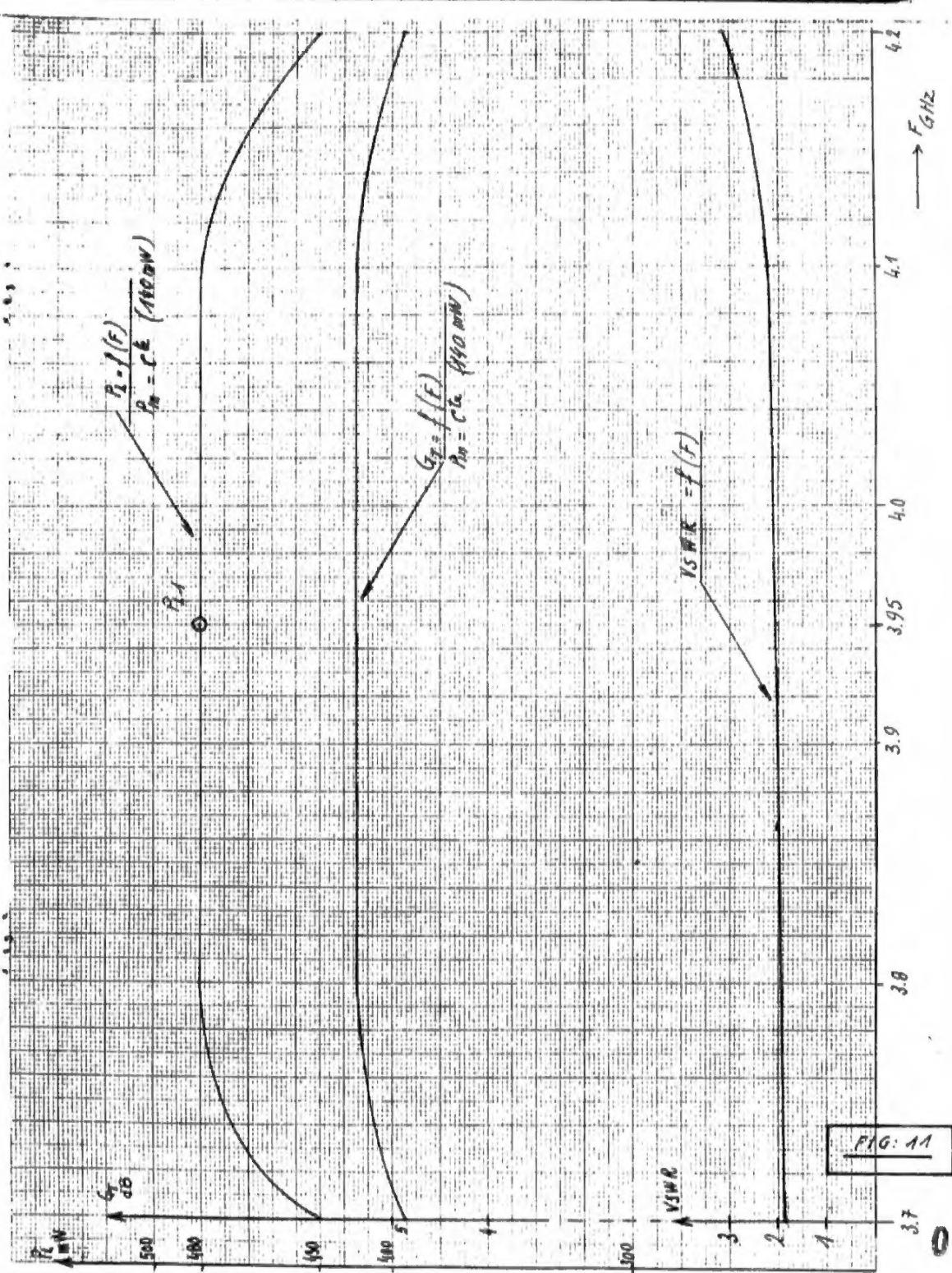


LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

ECO 8101





LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 366.44.99

FCO 8101

